



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus dem Anatomischen Institut der Universität München
(Vorstand: Prof. Dr. med. H. Frick)

Alternsveränderungen der Arterien des menschlichen Thymus
(Eine präparatorische, histologische und morphometrische
Untersuchung)

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Dagmar Kohler

aus Pleinfeld

1978

Mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin der
Universität München

Berichterstatter: Priv. Doz. Dr. v. Lüdinghausen

Mitberichterstatter: Prof. Dr. med. H. Frick

Dekan: Prof. Dr. med. W. S pan n

Tag der mündlichen Prüfung: 14.3.1978



Für die Anregung zu dieser Arbeit und für die hilfs-
bereite Führung bei der Ausarbeitung des Themas möch-
te ich mich bei Herrn Priv.Doiz.Dr. v. Lüdinghausen
recht herzlich bedanken.

Für ihre freundliche Mithilfe bei der Beschaffung des
Untersuchungsmaterials bin ich Herrn Professor Dr. Eder,
Herrn Professor Dr. Spann, Herrn Professor Dr. Liebhard
und ihren Mitarbeitern zu großem Dank verpflichtet.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
I. Einleitung	1
II. Material und Methodik	3
III. Befunde	7
A. Makroskopische präparatorische Befunde und Korrosionspräparate	7
1. Herkunft der Thymusarterien	7
2. Schematische Darstellung der Arterienverläufe	8
3. Zusammenfassung der Ergebnisse	14
B. Histologische Befunde	16
1. Aufbau und arterielle Versorgung des Thymus von Feten und heran- wachsenden Individuen	16
2. Zur Histologie der verschiedenen Involutionsstadien des Thymus	18
a) Kindesalter	18
b) Jugendalter	18
c) Erwachsenenalter	19
3. Ergebnisse der Planimetrie	25
4. Feingewebliche Besonderheiten im Wandbau der Thymusarterien	27
a) bei Kindern bis zu 13 Jahren	27
b) bei Individuen von 14 bis zu 47 Jahren	27
c) bei älteren Erwachsenen und Greisen	28

	Seite
IV. Besprechung der Befunde	37
A. Gefäßversorgung des Thymus	37
B. Alternsveränderungen des Thymusgewebes	40
C. Planimetrische Untersuchungen	44
D. Alternsveränderungen der Arterien des Thymus	46
V. Zusammenfassung	50
Literatur	51

I. EINLEITUNG

Dem Thymus kommt seit vielen Jahren in Klinik und medizinischer Forschung eine zentrale Stellung zu: er hat besonders im Rahmen der Immunologie (Transplantationsforschung) und Hämatologie große Bedeutung erlangt, die DAMESHEK (1962) mit folgender Formulierung unterstrich: "The Thymus is the master gland controlling the immun response".

Die Literatur über biochemische und cytologische Probleme des Thymus ist sehr umfangreich, seine Morphologie dagegen ist in klassischen Lehrbüchern und Atlanten sehr spärlich abgehandelt. Nur wenige Autoren haben sich ausführlicher mit diesem Organ beschäftigt, so z.B. HAMMAR (1905, 1906, 1921, 1927, 1936), der als "Altmeister" der Thymusforschung gilt.

Das darf um so mehr verwundern, als gerade die Fortschritte der Thoraxchirurgie auch im Kindesalter eine besondere Kenntnis der Topographie der Mediastinalorgane erforderlich machen.

Ziel dieser Arbeit ist es nun, die arterielle Versorgung des Thymus und ihren Wandel in den verschiedenen Lebensabschnitten mit präparatorischen, histologischen und morphometrischen Methoden zu untersuchen und darzustellen. Nach v. LÜDINGHAUSEN (1974) weisen die Arterien des Knochengewebes und Knochenmarkes in den langen Röhrenknochen (z.B. im coxalen Femurende) Wandstrukturveränderungen auf, die als frühzeitige blutstromregulierende

Alternsveränderungen gedeutet werden. Diese Veränderungen sind vor allem im Zusammenhang mit der frühzeitigen Umwandlung des blutbildenden Markes in Fettmark und nach dem Abschluß des Längenwachstums in den ersten Dekaden zu beobachten.

Danach ist zu erwarten, daß auch die Involution des Thymus von entsprechenden Alternsveränderungen der Arterien - wie im Femurmark beobachtet - begleitet wird.

II. MATERIAL UND METHODIK

Das Material für die makroskopische Untersuchung der arteriellen Versorgung des menschlichen Thymus stammte aus dem Präpariersaal des Anatomischen Instituts der Universität München. Es umfaßte 3 Feten, 2 Neugeborene und 3 Individuen im Alter von 6 Monaten, 7 und 9 Jahren.

Nach Entfernung der Brustmuskulatur und vorsichtiger ventraler "Fensterung" des Thorax unter Schonung der beidseitigen Vasa thoracica interna wurden die Claviculae in den Sternoclaviculargelenken exartikuliert. In der Umgebung des Thymus wurden nun sorgfältig die großen Mediastinalgefäße und hinter der infrahyalen Muskulatur und dem M.sternocleidomastoideus die Halsgefäße und damit die arteriellen und venösen Gefäße des Thymus und der Schilddrüse vom Abgang bis zur Mündung freipräpariert und aufgezeichnet. Weiter standen uns für die makroskopische Beurteilung der Gefäßversorgung des Thymus Korrosionspräparate des Arteriensystems von 6 Feten zur Verfügung.

Die 92 Thymi für die feingeweblichen Untersuchungen stammen aus dem Pathologischen Institut (N=35), aus dem Institut für Rechtsmedizin (N=54) und aus dem Anatomischen Institut (N=3) der Universität München.

Bei der Präparation des Thymus während der Obduktion wurden die zu den oberen Polen führenden Gefäße durch eine Fadenschlinge markiert. Dies stellte eine wertvolle Orientierungshilfe für die spätere Gewebeentnahme dar.

Bei der Auswahl der Leichen wurde vor der Entnahme des Thymusorgans besonders darauf geachtet, daß

1. die Gewebeentnahme möglichst innerhalb der ersten 24 Stunden nach dem Tode erfolgte,
2. eine bakterielle Allgemeininfektion,
3. eine Erkrankung des hämato- und lymphopoetischen Systems und
4. eine Hochdruckerkrankung mit Bestehen einer allgemeinen Arteriosklerose weitgehend auszuschließen waren.

Zur Fixation der frisch entnommenen, mehrfach lamellierten Thymi diente ein durch einen Glucosephosphatpuffer auf einen definierten pH-Wert eingestelltes Formol-Methanolgemisch.

Die zuvor beschriebenen Fadenmarkierungen der oberen Thymuspole ermöglichten eine Gewebeentnahme an identischen Stellen, die aus Vergleichsgründen erforderlich waren.

Die auf diese Art und Weise gewonnenen 158 Gewebeproben wurden in Methacrylatkunststoff* eingebettet und mit einem Hartschnittmikrotom** in 3-5 µm Dicke, z.T. in Stufen geschnitten.

Anschließend wurden die Schnitte auf Objektträger aufgezogen, ca 12 Std. bei 40°C im Brutschrank getrocknet, mit Benzol von Kunststoff befreit, in eine absteigende Alkoholreihe gegeben und schließlich nach GIEMSA gefärbt. Zusätzlich wurde von jeder Stufe eine Bindegewebsfärbung (LADEWIG) angefertigt. Gelegentlich waren Gefrierschnitte

mit anschließender Fettfärbung nach Sudan-Rot notwendig.

Schließlich wurden an einer repräsentativen Anzahl von Schnitten aller Altersstufen zur quantitativen Erfassung der Gefäß-, Bindegewebs- und Parenchymanteile morphometrische Untersuchungen durchgeführt.***

-
- * Methacrylat der Firma MERK SCHUCHARDT DARMSTADT
 - ** Hartschnittmikrotom der Firma JUNG, NUSSLOCH/HEIDELBERG
 - *** Planimeter nach OTT A. KEMPTEN

Tabelle 1

Zusammenstellung des Untersuchungsmaterials
nach Alter und Herkunft:

Alter (LJ)	Pathologisches Institut	Institut für Rechtsmedizin
unter 1	9	5
1	1	1
2	-	2
4	-	2
5	-	1
7	1	1
9	-	2
10	-	1
11	1	-
12	1	-
13	-	1
14	1	1
16	-	1
17	-	1
19	1	4
20	1	3
21	-	1
22	-	1
23	-	2
24	1	1
26	-	1
31	1	1
33	-	1
34	1	1
35	1	2
36	1	-
37	-	2
39	-	1
42	2	3
44	-	1
47	1	-
48	1	-
50	-	2
51	-	2
53	2	-
54	-	1
58	1	-
63	-	1
65	2	-
66	1	1
67	-	1
68	-	1
70	-	1
75	1	-
81	1	-
84	1	-
86	1	-

III. BEFUNDE

A. MAKROSKOPISCHE PRÄPARATORISCHE BEFUNDE UND KORROSIONSPRÄPARATE

1. Herkunft der Thymusarterien

Tabelle 2

	Thymusarterien aus:					
	A.thoracica int.		A. pericardiacophrenica	A.carotis comm.	A. thyroidea ima / inf. dext.	Arcus aortae
	dext. / sin.	dext. / sin.	dext.			A.pericardiacica aus A.thoracica int. dext. / sin.
A ₁ , Abb. 1	x x					1
A ₂ , Abb. 2	x x				1	
A ₃ , Abb. 3	1 1				1	
A ₄ , Abb. 4	1				1	1
A ₅ , Abb. 5	1 1					1
A ₆ , Abb. 6				1		
F ₁ , Abb. 7	1 1	1 1				
F ₂ , Abb. 8	1 1					
F ₃ , Abb. 9			1 1			
N ₁ , Abb. 10	1 2	x x				1 1
N ₂ , Abb. 11	2	x x				1
K ₁ , Abb. 12	1 1		1			
K ₂ , Abb. 13	1 1					1
K ₃ , Abb. 14	1 2		1			1

A = Korrosionspräparat eines Feten

F = makroskopisches Präparat eines Feten

N = makroskopisches Präparat eines Neugeborenen

K = makroskopisches Präparat eines Kindes

X = mehrere Äste

2. Schematische Darstellung der Arterienverläufe makro-
skopischer Präparate (Abb. 7-14) und Korrosionspräpara-
te (Abb. 1-6)

Legende zu Abb. 1 - 14

- 1 = A. thoracica interna dextra
- 2 = A. thoracica interna sinistra
- 3 = A. pericardiacophrenica dextra
- 4 = A. pericardiacophrenica sinistra
- 5 = Arcus aortae
- 6 = A. thyroidea ima
- 7 = A. thyroidea inferior
- 8 = A. carotis communis
- 9 = A. pericardiaca

- = Verlauf der A. thymica auf der Ventralseite
 der Thymuskapsel
- ===== = Verlauf der A. thymica auf der Dorsalseite
 der Thymuskapsel



Abb. 1

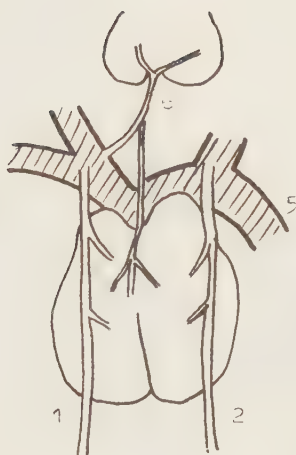


Abb. 2

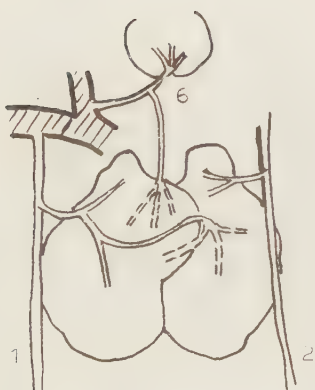


Abb. 3



Abb. 4

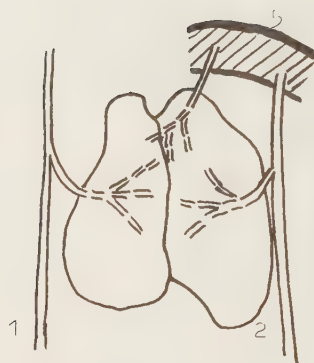


Abb. 5

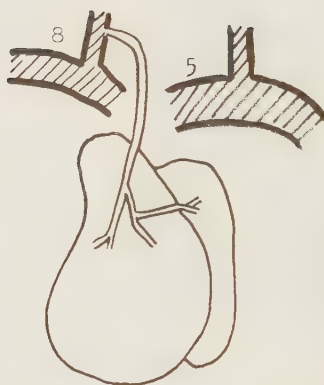


Abb. 6

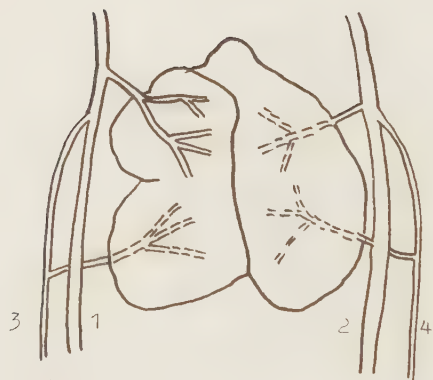


Abb. 7

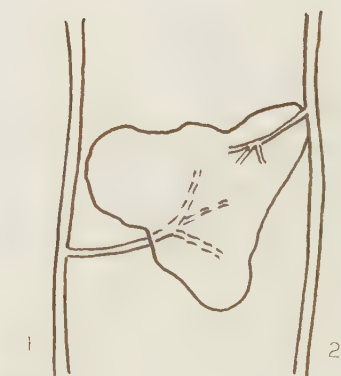


Abb. 8

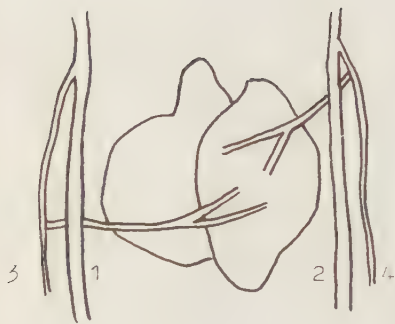


Abb. 9



Abb. 10

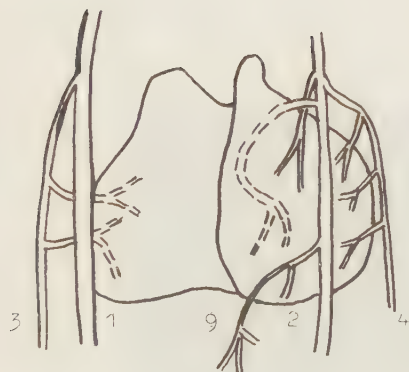


Abb. 11

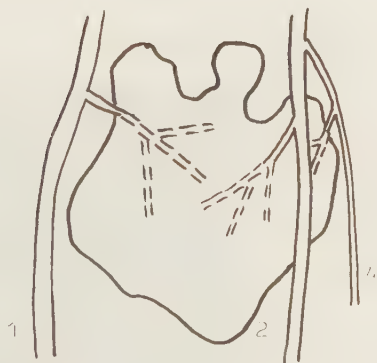


Abb. 12

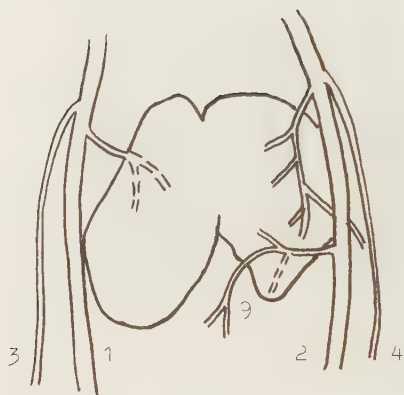


Abb. 13



Abb. 14



Abb. 15 Korrosionspräparat eines Feten (A_3): Darstellung der Thymusarterien. In diesem Fall geht eine kräftige A.thymica von der rechtsseitigen A.thoracica interna ab und versorgt den größten Teil des Organs. Der Endast greift weit über die Medianlinie auf die linke Körperseite über. Kleinere Äste entstammen der A.thoracica interna sinistra und einer A.thyroidea ima.



Abb. 16 Korrosionspräparat eines Feten (A_2): Die Hauptversorgung des Thymus erfolgt durch einen Ast einer kräftig ausgebildeten A.thyroidea ima. Kleinere Thymusarterien entspringen beidseits aus der A.thoracica interna.

3. Zusammenfassung der Ergebnisse

Topographie der Arterien des Thymus

Die Thymusarterien gehen in der Regel (N = 13) ein- oder beidseitig vor allem aus den Aa. thoracicae internae oder in einem Fall ausschließlich aus den Aa. pericardiacophrenicae-Ästen der Aa. thoracicae internae - hervor (Abb. 9). In fünf Fällen wird der Thymus doppelt - sowohl aus den Aa. thoracicae internae als auch aus den Aa. pericardiacophrenicae - versorgt (Abb. 7, 10, 11, 12, 14).

Eine Ausnahme macht ein Ausgußpräparat (Abb. 6), bei dem nur eine Thymusarterie aus der A. carotis communis dextra zur Darstellung kommt.

Bei dreien der sechs Ausgußpräparate und bei einem der acht makroskopischen Präparate kommt noch eine kleinkalibrige zusätzliche Thymusarterie des Aortenbogens zur Darstellung (Abb. 1, 4, 5, 14). Weiter finden sich bei zwei Ausgußpräparaten ein Ast aus einer A. thyroidea ima und in einem anderen Ausgußpräparat ein Ast aus der A. thyroidea inferior dextra (Abb. 2, 3, 4).

Eine der aus einer A. thyroidea ima entspringende Thymusarterie ist sehr kräftig und scheint in diesem Fall vor den Thymusarterien der A. thoracica interna die Hauptversorgung zu übernehmen (Abb. 16).

Bei vier makroskopischen Präparaten durchziehen entweder ein einzelner feiner oder mehrere kleinere Äste aus der A. thoracica interna das Thymusgewebe am unteren Pol und treten dann, unter Abgabe feiner Thymusgefäße, ins Herzbeutelgewebe ein (Abb. 10, 11, 13, 14).

Nach Eintritt in das Kapselbindegewebe zeigen alle Thymusarterien erst einen längeren intrakapsulären Verlauf, bevor sie sich lebhaft verzweigen. Erst die feineren Äste dringen dann in die Thymuslappchen ein. In einigen Fällen versorgen die unilateralen Thymusarterien auch Gewebeanteile der Gegenseite (Abb. 8, 9, 10, 15). Vergleicht man die fetale und kindliche arterielle Thymusversorgung, so ist festzustellen, daß die Arterien beider makroskopisch einander recht ähnlich sind. Bei den Feten verlaufen die Vasa thoracica interna und die Vasa pericardiacophrenica beidseits parasternal in unterschiedlich weitem Abstand zum noch relativ kleinen Thymus. Bei Kleinkindern und Kindern sind jedoch die Vasa pericardiacophrenica als Folge der Volumenzunahme des Thymus nach dorso-lateral verlagert und gelangen nunmehr unmittelbar an die Thymuskapsel heran. Während die Rr. thymici der Feten aus den Aa. thoracicae internae meist in den oberen Teil der Thymuskapsel, die Rr. thymici aus den Aa. pericardiacophrenicae meist in den unteren Teil der Kapsel eintreten, erreichen die meisten Thymusarterien aus den genannten Gefäßen bei Kleinkindern und Kindern jeweils nur den oberen Abschnitt des Organs. Eine Ausnahme bilden die Aa. pericardiacophrenicae: in mehreren Fällen geben sie zusätzlich feinste Rr. thymici für den unteren Teil des Thymus ab.

B. HISTOLOGISCHE BEFUNDE

1. Aufbau und arterielle Versorgung des Thymus von Feten und heranwachsenden Individuen

Der Thymus besteht bei Feten und Kindern aus einem sich verzweigenden Markbaum, dessen strangförmigen Ästen eine kompakte, zeldichte Rindenschicht aufsitzt. Die schmalen Spalträume zwischen den durch die Markverzweigung entstandenen Thymusläppchen werden durch Bindegewebe ausgefüllt, das sich an der Organoberfläche selbst zu einer Bindegewebskapsel verdichtet.

Die Thymusrinde ist in der Regel reich an Lymphozyten. Das weniger lymphozytenreiche Markgewebe ist durch eingestreute, sog. Hassallsche Körperchen charakterisiert (Abb. 17).

Die Thymi der Feten unterscheiden sich von denen heranwachsender Individuen zunächst durch eine noch geringere Lymphozytenbesiedlung von Mark und Rinde und durch breite, gefäßführende, interlobuläre Bindegewebsräume. Zum Zeitpunkt der Geburt ist das lymphatische Gewebe vermehrt und die weiten gefäßreichen Bindegewebsräume sind zu schmalen Septen reduziert (Abb. 17).

Die Aa. thymicae verlaufen zunächst intrakapsulär, nach ihrem Durchtritt durch die Kapsel im interlobulären Bindegewebe, und treten an den rindenfreien Aufzweigungsstellen

des Mark-Baumes in das Markgewebe ein. Sie verzweigen sich hier sofort in einige kleine Arterien, besonders aber in zahlreiche Arteriolen. Diese gehen an der Mark-Rindengrenze in ein Netz von Kapillaren mit überwiegend kapselwärts gerichtetem Verlauf über.

2. Zur Histologie der verschiedenen Involutionsstadien des Thymus

a) Kindesalter:

Etwa im 4. Lebensjahr und in den Jahren danach zeigen sich die zuvor schmalen (Abb. 17), interlobulären Septen verbreitert. Die kollagenen Bündel des ehemals feinfaserigen Bindegewebes sind plump und teilweise verquollen. Die Verbreiterung der Septen beruht auf einer Vermehrung und Vergrößerung der kollagenen Faserstrukturen. In zahlreichen Fällen jedoch ist die Verbreiterung des Zwischengewebes auf Einlagerungen einer homogenen ödematösen und mukoiden Substanz zurückzuführen. In diesem mukoiden Material befinden sich zahlreiche kleine, runde, optisch leere Räume, entsprechend sog. Fettvakuolen, wobei das Fett in Kryostat-schnitten durch Fettfärbung nachgewiesen werden kann. Ausgereifte Fettzellen sind sehr selten (Abb. 21, 22).

b) Jugendalter:

Nach zehn Lebensjahren ist die Rindenzone eines Thymus nicht mehr kompakt und geschlossen, sondern ist durch zarte Bindegewebszüge unterteilt (Abb. 18). Die in diesen schmalen Septen verlaufenden großen Arterien zeichnen sich durch kollagenfaserdichte, breite, manschettenartige Bindegewebshüllen aus, die in ihrer Peripherie häufig mit dem septalen Bindegewebe verschmelzen. Die größeren interlobu-

lären Septen sind durch vermehrtes Bindegewebe recht weit und zeigen reichlich mukoiden Einlagerungen mit Fettvakuolen. Ein besonderes Merkmal der Thymi dieser Altersgruppe ist das Auftreten von zunächst kleinen Fettzellen in den breiten Interstitien und vereinzelt im eigentlichen Thymusparenchym (Abb. 23). Bei älteren Individuen dieser Altersgruppe sind vermehrt Fettzellen anzutreffen (Abb. 24).

c) Erwachsenenalter:

In dieser Altersgruppe (ab dem 23. Lebensjahr) erscheinen die interlobulären Bindegewebsstraßen durch Zunahme des Faser- und Fettgewebes und der mukoiden Einlagerungen erheblich verbreitert und enthalten eine große Anzahl von Arterien und Venen. Die Rindenareale jedoch sind verkleinert, oft inselartig abgeschnürt und zu follikelähnlichen Gebilden abgerundet (Abb. 19).

Bei Erwachsenen, etwa ab dem 33. Lebensjahr, sind nur mehr wenige, kleinere Inseln von Thymusgewebe enthalten, wobei eine Unterscheidung in lymphozytenreiche Rinden- und lymphozytenarme Markareale häufig nicht mehr getroffen werden kann (Abb. 20).

Gelegentlich sind aber auch hier vereinzelt Strukturen zu erkennen, die an die oben beschriebenen Rindenfelder erinnern. Zwischen diesen überwiegt mitunter durch kollagene Faserstrukturen zerteiltes Fettgewebe mit zahlreichen Anschnitten größerer Arterien und Venen, die oft keine Beziehung zum Restgewebe des Thymus haben.

In vielen Präparaten auch dieser Altersgruppe finden sich seenartige Bezirke mukoider Einlagerungen, die teils von Fettvakuolen, meist aber von Fettzellen völlig durchsetzt sind (Abb. 25).

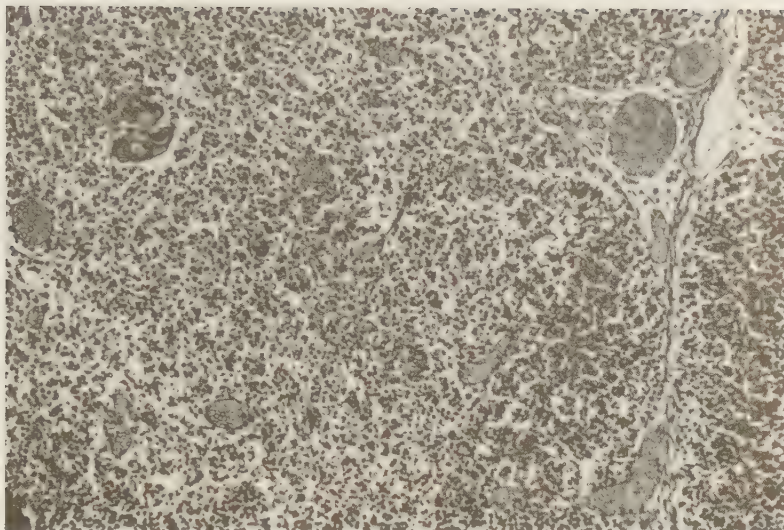


Abb. 17 Thymus eines Neugeborenen mit lymphozytenreichem Rindengewebe, das durch ein schmales, venenführendes Septum zerteilt wird (rechts). In der linken Bildhälfte das zellärmere Markgewebe mit einem Hassallschen Körperchen (links oben). (Giemsa, x 160)

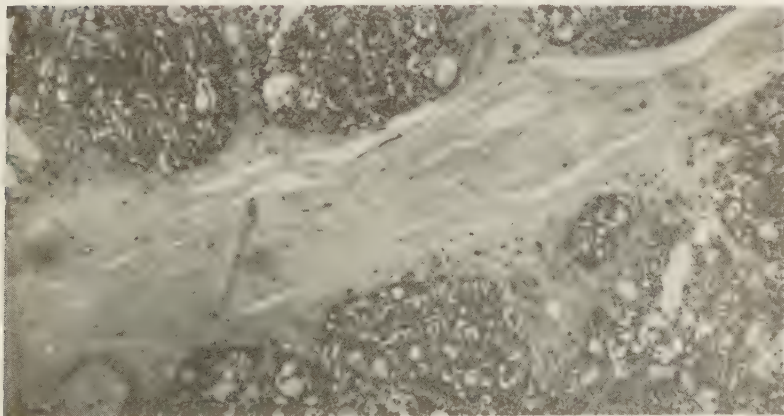


Abb. 18 Thymus eines 14-Jährigen. Von den interlobulären, breiten und faserreichen Bindegewebssepten gehen schmale Bindegewebszüge in die Rindenzone. (Giemsa, x 64)

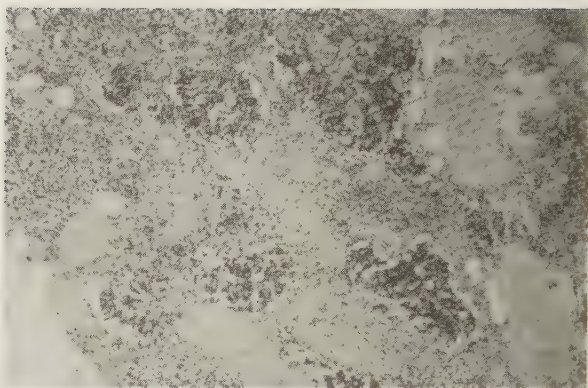


Abb. 19 Im frühen Erwachsenenalter besteht die lymphozytenreiche Rinde nur mehr aus rundlichen, follikelähnlichen Gebilden. (Giemsa, x 64)

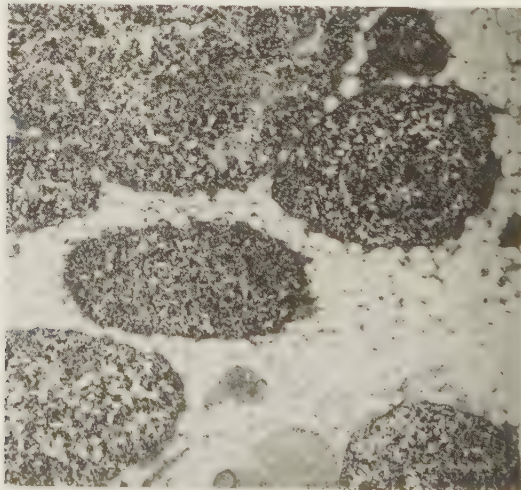


Abb. 20 Bei einem 37-Jährigen sind nur mehr Inseln des Thymusgewebes erhalten. Eine Rinden- oder Markzone stellt sich nicht mehr dar. (Giemsa, x 64).

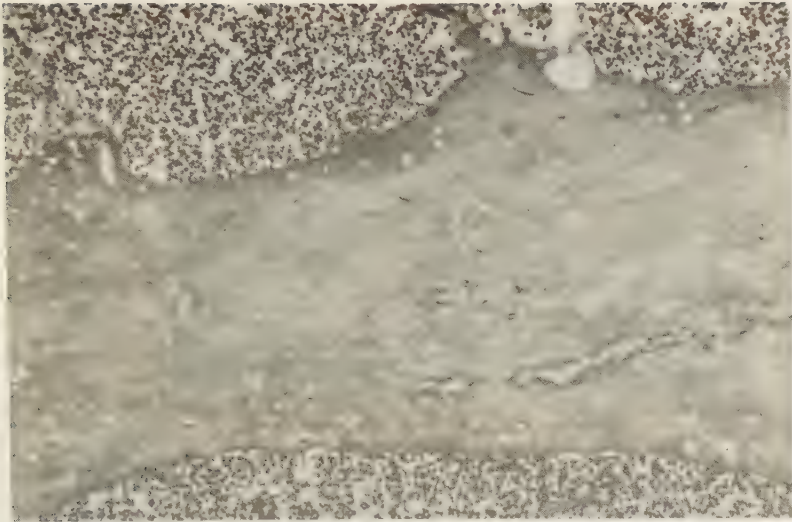


Abb. 21 Homogene, mukoide Einlagerungen mit vielen kleinen bis mittelgroßen Fettröpfchen (optisch leere Räume) im septalen Bindegewebe des Thymus eines 10-jährigen Kindes. (Giemsa, x 160)



Abb. 22 Beim gleichen Individuum zeigt die Fettfärbung, daß die bläschenartigen, kleinen Räume in den mukoiden Einlagerungen Fett enthalten. (Sudan Rot, x 64)

Abb. 23, 24, 25

Thymus eines 14-, 23- und 37-Jährigen.

Die interstitiellen, mukoiden Einlagerungen mit Fettröpfchen werden mit zunehmendem Alter immer mehr von Fettgewebe durchwachsen. (Giemsa, x 160, x 160, x 64)

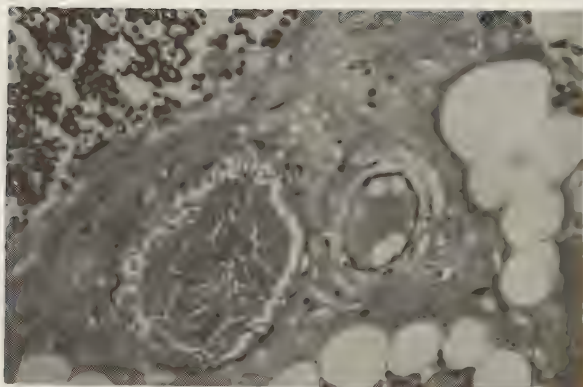


Abb. 23

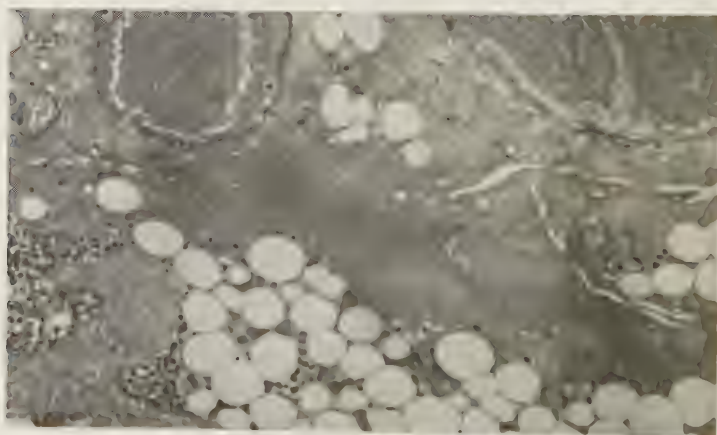


Abb. 24

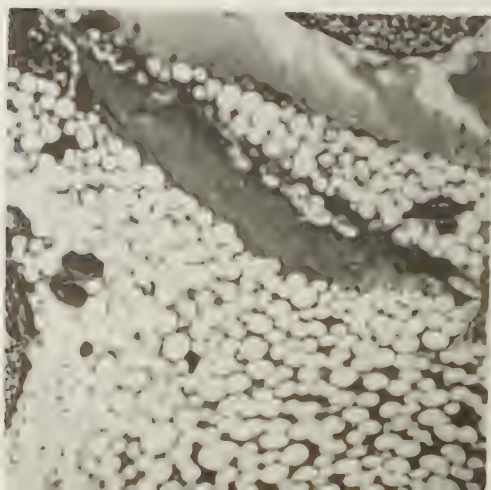


Abb. 25

3. Ergebnisse der Planimetrie

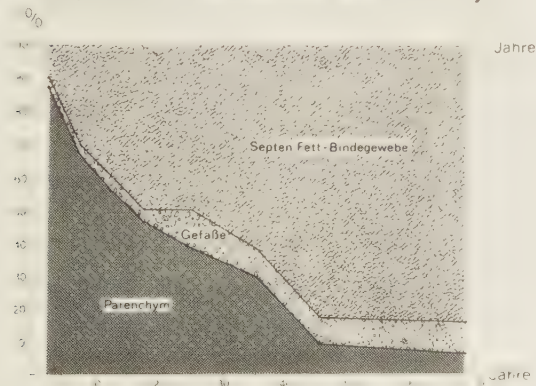
Die im letzten Abschnitt beschriebenen Gewebeverschiebungen im Thymus lassen sich mit Hilfe der Planimetrie quantitativ erfassen und in Flächenprozentage bezogen auf identische Organquerschnitte umsetzen.

Tabelle 3

Alter in LJ	Parenchym in %	Venen in %	Arterien in %	Septen in %	n
0- 5	88,03	2,13	0,3	9,54	9
6-10	67,41	1,54	0,53	30,52	3
11-15	55,94	2,51	1,09	40,46	2
16-20	47,72	2,64	0,61	49,03	3
21-30	38,52	9,92	1,76	49,80	3
31-40	29,50	7,26	0,82	62,42	2
41-50	9,10	6,99	1,10	82,81	2
51-86	6,52	8,26	0,55	84,67	2

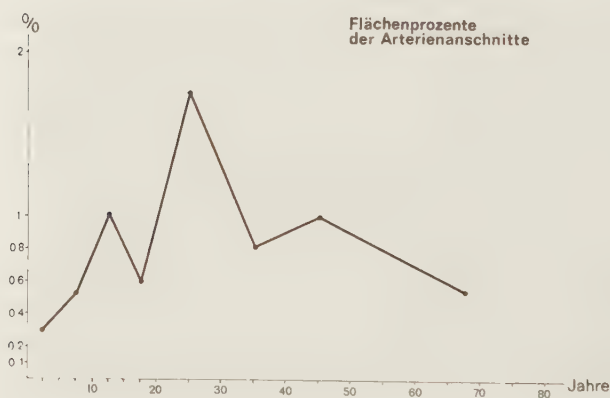
Abb. 26

Flächenprozentage der Gewebeanteile menschlicher Thymi



Mit ansteigendem Lebensalter zeigt sich eine kontinuierliche Abnahme des Thymusparenchyms sowie eine Zunahme des gefäßführenden Binde- und Fettgewebes. Auch die Anzahl und das Kaliber der arteriellen und venösen Gefäße nimmt mit höherem Alter zu.

Abb. 27



Aus der Analyse der arteriellen Gefäßanschnitte der einzelnen Altersgruppen ergibt sich, daß Flächenminima in der ersten und siebten Dekade vorhanden sind. In den dazwischenliegenden Dekaden sind die Flächenwerte bis um das Dreifache erhöht.

4. Feingewebliche Besonderheiten im Wandbau der Thymusarterien

a) bei Kindern bis zu 13 Jahren

Die Arterien und Arteriolen des Neugeborenen haben neben den für "typisch" angesehenen Wandschichten (Tunica intima, Lamina elastica interna, Tunica media) eine recht breite Tunica adventitia (Abb. 28). Sie besteht aus einem zellreichen Bindegewebe mit meist zirkulärer Anordnung der kräftigen kollagenen Fasern. Schon in den ersten Lebensjahren erfährt darüber hinaus das adventitielle Bindegewebe der Arterien eine Kollagenfaservermehrung und -verbreiterung, so daß das jeweilige Gefäß von einer faserdichten, relativ zellarmen Bindegewebsmanschette umgeben ist (Abb. 29).

b) Bei Individuen von 14 bis 47 Jahren

Hierunter sind vor allem die schon ab dem 14. Lebensjahr zu beobachtenden subintimalen Bindegewebspolster an den Teilungsstellen der septalen Arterien zu verstehen (Abb. 30). Auch finden sich im Thymusmarkgewebe gelegentlich Anschnitte von kleineren Arterien, in denen am Übergang von der T. media zur T. adventitia längsverlaufende und damit achsenparallele glatte Muskelfasern liegen. Diese werden durch interstitielle Fasern gleichsam gebündelt, und der Gefäßquerschnitt erhält auf diese Weise ein rosettenähnliches Aussehen (Abb. 31). Nach Anfertigung einer Schnittserie wird deutlich, daß die adventitiellen Muskelzellen an Zahl und Größe zunehmen und sich

an einer umschriebenen Stelle gruppenartig versammeln (Abb. 31, 32, 33, 34).

Auch kann, wie Abb. 37 zeigt, an einigen der Arterien der "normale" Wandbau nicht erkennbar sein. Statt dessen sind die sonst zirkulär verlaufenden Mediamuskelzellen dicht gepackt in Achsenrichtung angeordnet, und das Lumen wird recht eng. Elastische Fasern sind kaum zu beobachten. Zusätzlich kann auch durch eine örtliche, bindegewebige Intimaverdickung die Lumeneinengung zunehmen (Abb. 36). Auf zahlreichen Schnitten sind bei mehreren Individuen die Wandstrukturen kleinerer Gefäße durch Einlagerung homogener, mukoider Substanzen aufgelockert. Dies betrifft vor allem die kleineren Arterien und Arteriolen der spärlichen Parenchyminseln des Thymus dieser Altersgruppe.

c) Bei älteren Erwachsenen und Greisen

In dieser Altersgruppe trifft man in der T. adventitia gehäuft auf in Achsenrichtung längsverlaufende Muskelfaserbündel, die entweder die gesamte Zirkumferenz des Gefäßes ausfüllen oder nur einzelne Gruppen bilden (Abb. 35). Auch finden sich gelegentlich in den inneren Wandschichten der T. media in Längsrichtung verlaufende Muskelfaserbündel. Sie bestehen aus wenigen "hellen" und "epitheloiden" Muskelzellen, die die Intima polsterartig vorwölben können (Abb. 38, 39). Die großen septalen Arterien sind im Senium vor allem durch Fibrose der T. intima gekennzeichnet. Neben unauffälligen, mittel- und kleinkalibrigen Arterien findet man die größeren,

muskulären Arterien mit einer deutlichen Intimafibrose und fortgeschrittener Mediaatrophie. Dadurch kann oft der Ein-
druck entstehen, als grenze die L. elastica interna direkt
an die T. adventitia (Abb. 40). In vielen Fällen ist die
Gefäßwand auf diese Weise verbreitert und das Lumen konzentrisch
eingeengt.

In diesem Zusammenhang sei noch einmal darauf hingewiesen,
daß nur Thymi von solchen Individuen zur Untersuchung ge-
langten, bei denen eine allgemeine Arteriosklerose durch
die Obduktion ausgeschlossen werden konnte.

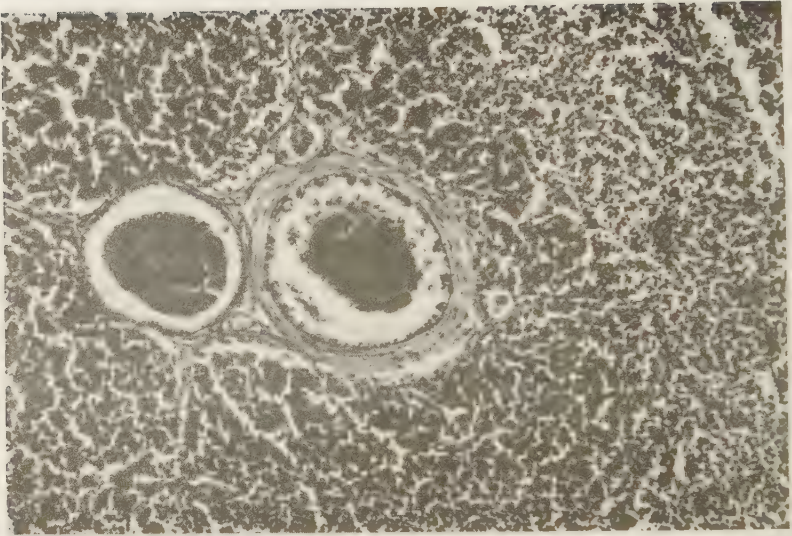


Abb. 28 Arterie (r.) und Vene (l.) im septalen Bindegewebe des Thymus eines Neugeborenen. Die Arterie zeigt eine breite, faserreiche Tunica adventitia. (Giemsa, x 64)



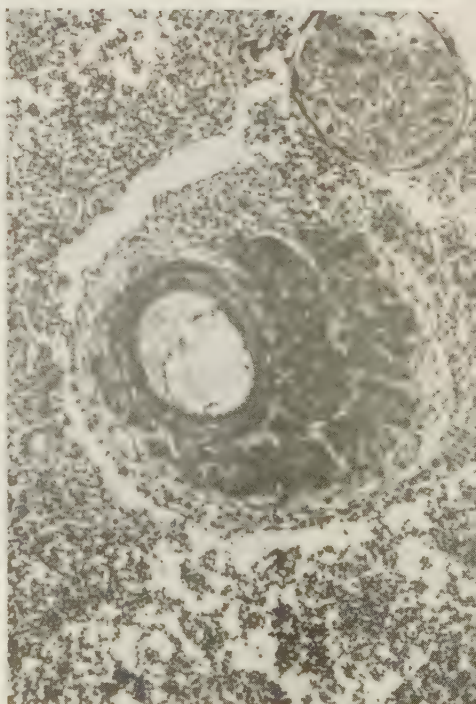
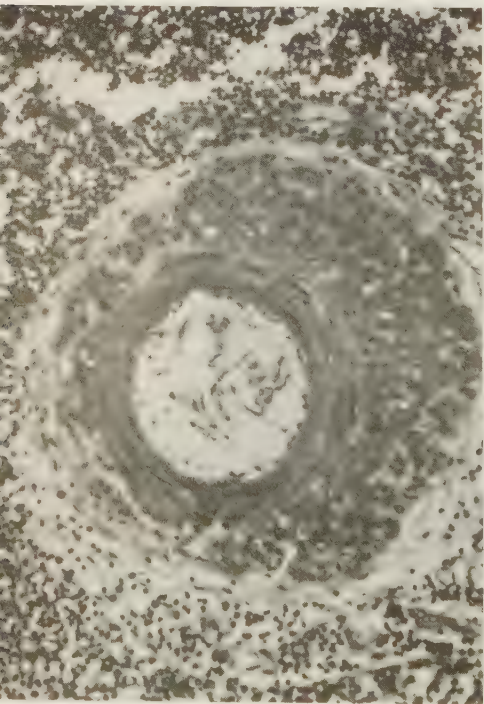
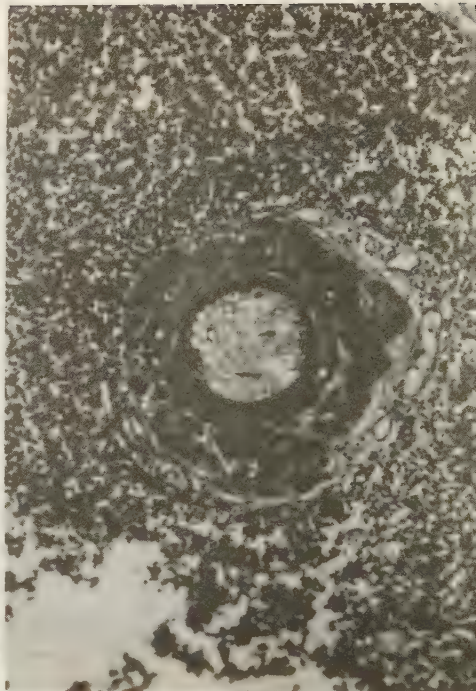
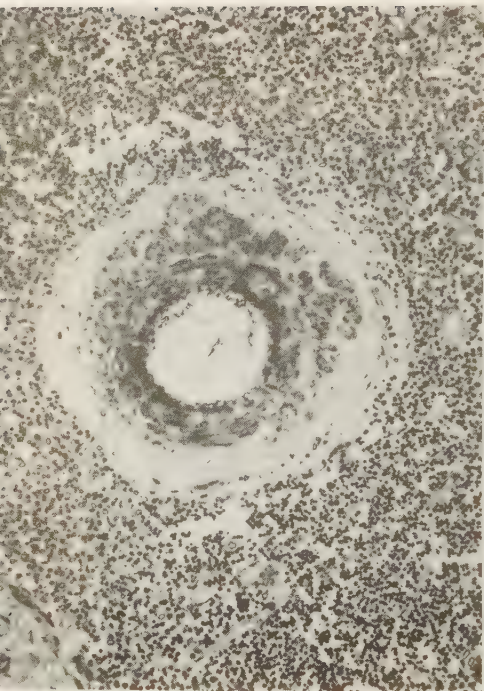
Abb. 29 Thymusarterie eines 4-jährigen Kindes mit Verbreiterung und Faservermehrung in der Tunica adventitia. (Giemsa, x 64)



Abb. 30 Thymusarterie eines 14-Jährigen mit deutlichen subintimalen Bindegewebsspolstern an den Aufzweigungsstellen. (Giemsa, x 64)

Abb. 31, 32, 33, 34

Stufenschnitte im Verlauf einer Thymusarterie bei einem 19 Jahre alt gewordenen Individuum mit Verbreiterung der Gefäßwand durch in der Tunica adventitia längsverlaufende, glatte Muskelzellen: Entwicklung einer sog. Drosselarterie. (Giemsa, x 100 bzw. 160)



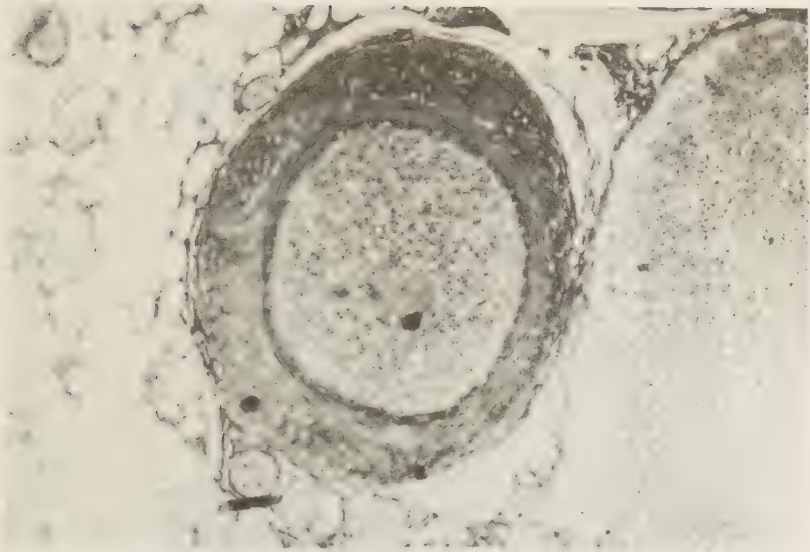


Abb. 35 Thymusarterie eines 50-Jährigen:
Arterien mit gleichartigen Veränderungen der Tunica
media (vergl. Abb. 31) finden sich auch zahlreich
bei älteren Individuen im Fettgewebe des Thymus.
(Giemsa, x 64)

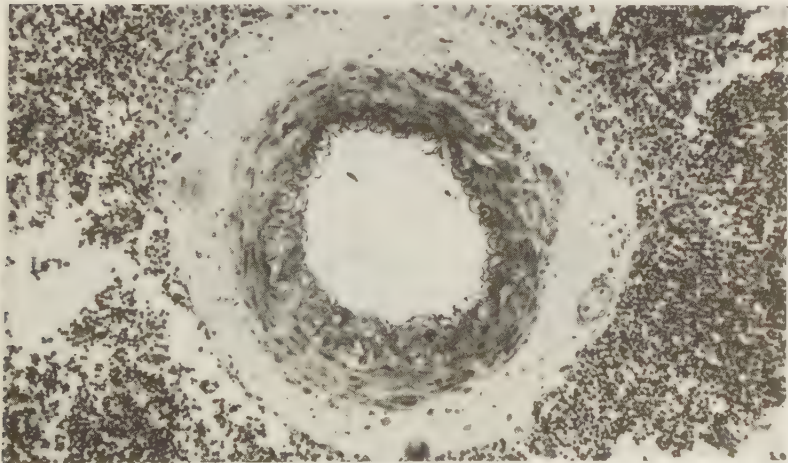


Abb. 36 In der Thymusarterie eines 19-Jährigen finden
sich nebeneinander bindegewebige Intimaverdickung
und Mediaverbreiterung durch Gruppen längsverlaufen-
der, glatter Muskelzellen. (Giemsa, x 64)

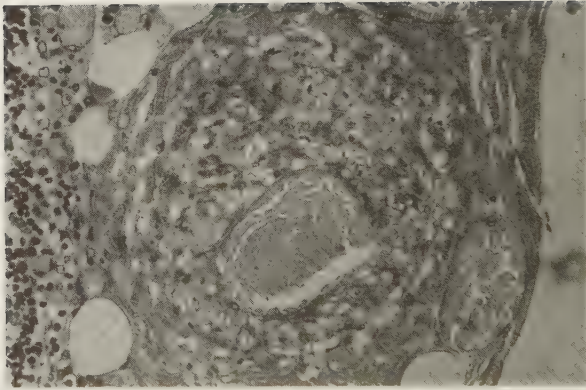


Abb. 37 Thymus eines 23-Jährigen: Querschnitt einer septalen Arterie mit Wandumbau (sog. Drosselarterie). Fehlen der Lamina elastica interna und externa; ausschließlich längsverlaufende glatte Muskelzellen in der Tunica media (fragliche Lumeneinengung).
(Giemsa, x 160)

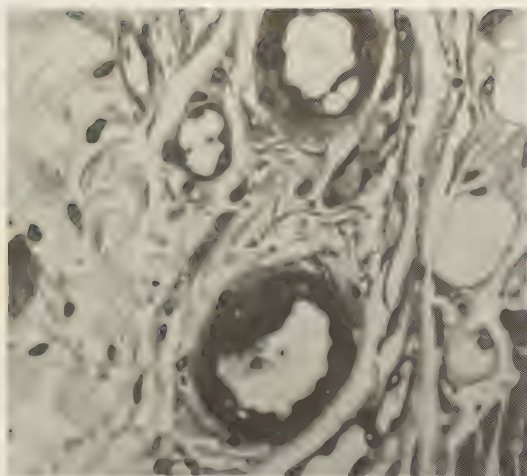


Abb. 38

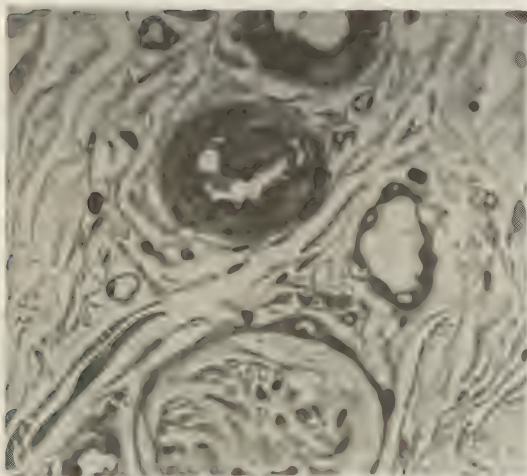


Abb. 39

Abb. 38, 39

Stufenschnitte im Verlauf einer kleinen septalen Arterie aus dem Thymus eines 58-Jährigen mit Entwicklung eines subintimalen Muskelzellpolsters. (Giemsa, x 400)

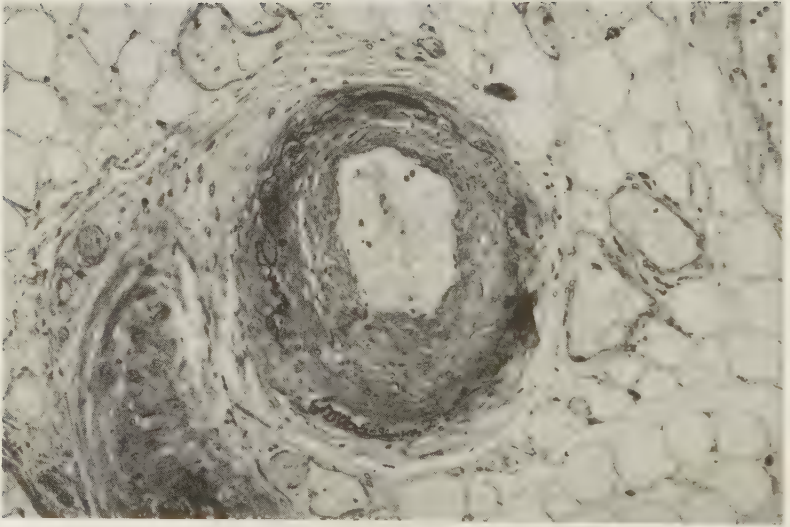


Abb. 40

Abb. 40 Arterie mit hochgradiger Intimafibrose und Atrophie der Tunica media im Thymus eines 86-jährigen Mannes. Die Lamina elastica interna ist scheinbar nach außen verlagert und grenzt an die Tunica adventitia.
(Giemsa, x 160)

IV. BESPRECHUNG DER BEFUNDE

Nach v. LÜDINGHAUSEN (1974) sind entsprechend der "frühzeitigen" Umwandlung des blutbildenden Femurmarkes in Fettmark Umstrukturierungen in der Wand der enossalen Arterien zu beobachten. Auch der Thymus involviert schon zu Beginn des Jugendzeitalters und liegt im mittleren Erwachsenenalter größtenteils als (sog. WALDEYER'scher) Fettkörper vor (STÖLZNER 1931). Es ist danach zu erwarten, daß die Arterienwandungen im Thymus in den verschiedenen Lebensaltern ebenfalls charakteristische Veränderungen aufweisen.

A. Gefäßversorgung des Thymus

Der Thymus ist ein symmetrisch angelegtes Organ (METCALF 1966), das in Form und Lage stark variieren kann (GRUBER 1920). Er entwickelt sich jeweils aus dem Entoderm der 3. Schlundtasche (HAMMAR 1905, MAXIMOW 1927, STÖLZNER 1931, BARGMANN 1943, HASELMANN 1946, STÖHR 1955, KOSTOWIECKI 1967, BELLAMY 1973, ROHEN 1973, CROWLEY 1974) oder nach MILLER und DUKOR (1964) aus Ento- und Ektoderm der 3. und 4. Schlundtasche und gelangt nach einem Descensus meist in das obere, vordere Mediastinum, reicht gelegentlich aber auch bis hinab zum Zwerchfell oder nur bis in den unteren Halsbereich (GRUBER 1920).

Eine Reihe von Autoren (AFANASSIEW 1877, VERSARI 1897, RIEFFEL und LE MEE 1909, LATARJET und MURARD 1911, OLIVIER 1911, 1923, SOBOTTA 1914, JAROSLAWJEV 1927, USKOW 1927,

PERNKOPF 1943, METCALF 1966, BENNINGHOF 1944, BOHM und HOLMGREN 1944/45, HACKENSELLNER 1956, WALDEYER 1973) beschreiben im wesentlichen für die arterielle Versorgung des Thymus folgende große Gefäßstämme:

A. thyroidea superior, - inferior, - ima, Arcus aortae, A. thoracica interna, A. pericardiacophrenica, A. carotis communis, Truncus thyrocervicalis, Truncus brachiocephalicus, A. pericardiaca.

Viele der genannten Autoren machen Angaben über Häufigkeit und Kaliber der von ihnen gefundenen Gefäße. Danach lassen sich 2 Arten der arteriellen Versorgung des Thymus erkennen:

1. Eine vorwiegende Versorgung durch Äste der Arterien der Schilddrüse (RIEFFEL und LE MEE 1909), oder
2. eine überwiegende Versorgung durch Äste der Aa. thoracicae internae (VERSARI 1897, LATARJET und MURARD 1911, JAROSLAWJEW 1927, BOHM und HOLMGREN 1944/45).

Auch können größere Einzelgefäße die alleinige Versorgung des Thymus übernehmen. So beschreiben SOBOTTA (1914), PERNKOPF (1943) und WALDEYER (1973) eine ausschließliche Blutzufuhr durch einen Ast der A. thoracica interna. BOHM und HOLMGREN (1944/45) untersuchten 30 Feten und fanden dabei eine ausschließliche Versorgung: in 2 Fällen durch einen Ast des Truncus brachiocephalicus, in je einem Fall durch einen Ast des Arcus aortae, der A. carotis communis dextra und der A. pericardiophrenica. Dieser Vielfalt in der arteriellen Versorgung des Thymus in der Literatur entspricht die große

Anzahl der von uns präparierten bzw. injizierten und mazerierten Arterien. Es sind im wesentlichen, sowohl an der Häufigkeit der Zuflüsse als auch am Kaliber der Gefäße gemessen, die Aa. thoracicae internae, die in 12 von 14 Präparaten die arterielle Versorgung des Thymus sicherstellen. Lediglich in einem Fall scheint ein Ast aus einer A. thyroidea ima vor den Gefäßen der Arteria thoracica interna die Hauptversorgung zu besitzen. Dabei erhält das Organ in fast der Hälfte der Fälle zusätzlich Blut aus den Aa. pericardiophrenicae, in drei Fällen aus den Arterien der Schilddrüse und in weiteren vier Fällen aus dem Aortenbogen. Dieser Befund ist identisch mit den Angaben von BOHM und HOLMGREN (1944/45), OLIVIER (1923), USKOW (1927).

In einem Fall besteht sogar eine ausschließliche Blutzufuhr durch die linke und rechte A. pericardiophrenica und in einem weiteren Fall durch die rechte A. carotis communis (siehe auch BOHM und HOLMGREN 1944/45). Die Äste der Aa. pericardiophrenicae können lediglich präparatorisch aufgefunden werden. Es ist hier nicht unwahrscheinlich, daß der Injektionsdruck bei der Gefäßfüllung nicht ausreichend hoch war.

Dies gilt auch für jene Äste der Aa. thoracicae internae, die in 4 Fällen zunächst den unteren Thymusanteil erreichen, unter Abgabe feiner Gefäße durch den Thymus hindurch und schließlich als Rr. pericardii zum Herzbeutel ziehen. Eine derartige Varietät in der Thymusversorgung

findet sich in der Literatur nicht.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß der Thymus im wesentlichen von den Aa. thoracicae internae und ihren Ästen, seltener von den anderen größeren Arterien des Aortenbogens und den Schilddrüsenarterien erreicht wird.

B. Alternsveränderungen des Thymusgewebes

Neben dem Thymus und dem Röhrenknochenmark gibt es keine Organe, die so frühzeitig Involutionerscheinungen aufweisen (HAMMAR 1921, v. LÜDINGHAUSEN 1974). Bereits mit dem Einsetzen der Pubertät, nach HENRY (1967) schon ab dem 2. Lebensjahr sind feingewebliche Anzeichen für eine beginnende Involution zu beobachten. Dabei kommt es jedoch in keinem Fall zu einem völligen Schwund des Thymusparenchyms (HAMMAR 1927, TAMMEMORI 1914, SCHRIDDE 1911, WEISE 1939/40). Die Involution soll durch die Hormone der Gonaden und anderer endokriner Drüsen wie der Schilddrüse, der Hypophyse usw. beeinflußt und überwacht werden (BENNINGHOFF 1944, COTTIER 1969). ERTL (1972) dagegen sieht die Involution des Thymus als einen morphologischen Ausdruck der Überforderung und eines "Ausbrennens" des Organs an.

Es sind zwei Arten von Involution zu unterscheiden (HAMMAR 1927, 1921):

1. Die physiologische- oder Altersinvolution
2. Die akzidentelle Involution

Unter physiologischer Involution versteht man die langsame

Rückbildung des lymphatischen Gewebes im Thymus.

Sie läßt sich in mehrere Stadien einteilen und hat bei allen Individuen in den verschiedenen Lebensabschnitten einen weitgehend identischen morphologischen Ausdruck. Bei der akzidentellen Involution erscheinen die Rückbildungsvorgänge im Thymus durch exo- und endogene Faktoren, wie radioaktive Strahlen, Hunger, Entzündungen, Schwangerschaft oder ungewöhnlich hohe, dauerhafte, psychische Belastungen beschleunigt, und es kann schon im jugendlichen Alter in kurzer Zeit zu einem weitgehenden Schwund des lymphatischen Gewebes, vor allem der Rindenzone, kommen (HAMMAR 1921, BENNINGHOFF 1944). Bereits 24 Std. nach Beginn einer schweren Erkrankung oder Belastung (z. B. im Zusammenhang mit Unfallereignissen oder Operationen) sind tiefgreifende Involutionerscheinungen mit völliger Rindenatrophie zu beobachten (METCALF 1966). Bestehen die Belastungen nicht mehr, kann eine Regeneration der Rindenbänder voll reversibel erfolgen (MILLER und DUKOR 1964). Andererseits können endokrine Störungen, wie die Basedowsche Krankheit, zu einer Vergrößerung des Organs führen (BENNINGHOFF 1944). Ein "plötzlicher Kindstod" soll in einigen Fällen ursächlich durch Hyperplasie des Thymusgewebes (Status lymphaticus) und Kompression der Trachea hervorgerufen worden sein.

Die von uns beschriebenen Veränderungen des lymphatischen und interstitiellen Gewebes des Thymus während der Involution finden sich auch bei HAMMAR (1921) und HENRY (1967). Beide

Autoren beobachten ebenfalls eine Verbreiterung der Septen, eine Abnahme des Lymphozytengehaltes, zuerst in der Rinde, später im Mark (SCHRIDDE 1911, METCALF 1966) und ein Auftreten von Fettzellen im Parenchym und in den Septen als besondere morphologische Merkmale der Involution.

Daneben erfährt das septale Bindegewebe eine Vermehrung und gleichzeitig eine Strukturveränderung. Nach unseren Beobachtungen besteht es zunächst aus einem zarten Geflecht sehr feiner Fasern, die allmählich verbreitert und vergrößert, sowie oft verquollen vorliegen. Hinweise für eine stärkere Kollagenisierung der Septen finden wir bei LINDNER (1927), der eine vermehrte Kollagenisierung des Bindegewebes in Rattenthymi beschreibt. ANKINA und ZHVAVY (1974) stellen am menschlichen Thymus Veränderungen der Interzellularsubstanz fest. Danach verwandelt sich das an Grundsubstanz und besonders an Hyaluronsäure reiche Bindegewebe des fetalen Thymus, in dem die Bindegewebsfasern aus kollagenen Fibrillen noch weitgehend maskiert erscheinen, in fibröse Strukturen um. Die Fettzellen entwickeln sich aus Mesenchymzellen innerhalb des Thymus (SMITH et al. 1952). Sie treten während der Involution sowohl als Platzhalter für das reduzierte lymphatische Gewebe (TAMMEMORI 1914, STÖHR 1955) als auch in den sich verbreiternden Septen auf (HAMMAR 1921). Dabei durchdrängen die Fettzellen das mit fortschreitendem Alter langsamer wachsende Bindegewebe (SCHMITT et al. 1971). Zusätzlich finden sich in den interlobulären Thymussepten vieler kindlicher Thymi seenartige

und homogene, mukoide Einlagerungen, in denen zahlreiche, unterschiedlich große, optisch leere Vakuolen auftreten. Nach Fettfärbung erweisen sich diese Vakuolen als Fettröpfchen. Erst bei älteren Kindern zeigen sich dann auch vermehrt echte Fettzellen in den verbreiterten Septen, die schließlich kaum mehr Anteile der strukturlosen, mukoiden Substanzen, dafür aber viel Fettgewebe, enthalten.

In der Literatur gibt es keinen Hinweis auf das Vorkommen dieser mukoiden Einlagerungen im Thymusbindegewebe. Wir deuten die von Fettröpfchen durchsetzten Schleimseen als das Ergebnis einer Grundsubstanzveränderung bzw. einer schleimig fettigen Degeneration des Thymusbindegewebes, wie sie häufig auch bei älteren Individuen an degenerierten Kniegelenksmenisci auftreten soll (ZOLLINGER 1971). Es ist vorstellbar, daß die beschriebene mukoide Bindegewebsthroughdränkung bevorzugt bei Involutionsschüben zur Füllung des plötzlich erweiterten septalen Bindegewebsraumes auftritt. Erst allmählich kann dann dieser Raum durch vermehrtes Fettgewebe eingenommen werden.

C. Planimetrische Untersuchungen

Nach den Ergebnissen der planimetrischen Untersuchungen nimmt der Anteil des interlobulären Gewebes (Bindegewebe und Fettgewebe zusammengenommen) am Thymus im 1., 2. und 5. Lebensjahrzehnt um jeweils 20% zu (s. auch HENRY 1967), im 4. Lebensjahrzehnt um etwa 10%. In der 3. Dekade und im höheren Alter ist die Zunahme nur unwesentlich. Es spricht vieles dafür, daß die Bindegewebsvermehrung in den ersten beiden Dekaden nur relativ ist und im Zusammenhang mit einer Vergrößerung des gesamten Organs gesehen werden muß, die von einem Geburtsgewicht von 11 - 13 g bis zu 25-30 g in der Pubertät reicht (HAMMAR 1906, RUSSKOFF 1934, BOYD 1936, HAMPERL 1967, SINCLAIR (1973).

Folgt man jedoch der Annahme, daß der Thymus nur bis zum 2. oder 3. Lebensjahr an Größe und Gewicht zunimmt (BENNINGHOFF 1944) und diese Werte bis zur Pubertät beibehält, so wäre die Zunahme des interstitiellen Bindegewebes absolut und als kompensatorische Maßnahme bei gleichzeitig schwindendem Parenchym anzusehen. Da sich unsere Flächenbestimmungen auf Gesamtorganquerschnitte beziehen, sind wir der Frage einer relativen oder absoluten Zunahme des interlobulären Bindegewebes nicht weiter nachgegangen. Allgemein anerkannt ist jedoch, daß das Thymusgewicht nach der Pubertät deutlich abnimmt (HAMMAR 1906, SINCLAIR 1973, HAMPERL 1967). Dabei ist die Vermehrung des interlobulären Gewebes unter gleichzeitiger Abnahme des lymphatischen Ge-

webes Ausdruck fortschreitender und fortgeschrittener Involution. In den meisten Fällen wird sowohl bei uns als auch bei HENRY (1967) auch im hohen Alter kein völliger Schwund des lymphatischen Gewebes gesehen. Über Qualität und Quantität der größeren Arterien während der Involution des Thymus gibt es in der uns zur Verfügung stehenden Literatur keine Hinweise. Unsere planimetrisch ermittelten, durchschnittlichen Werte sind für vier Altersgruppen:

Geburt bis zum 5. Lebensjahr	0,3 % (N = 9)
Vom 6. bis zum 15. Lebensjahr	0,81 % (N = 5)
Vom 16. bis zum 30. Lebensjahr	1,18 % (N = 6)
Vom 31. bis zum 86. Lebensjahr	0,82 % (N = 6)

Es handelt sich bei den Prozentangaben um die Summe der Arterienflächen bezogen auf die Gesamtfläche des Organs; letztere betrug dann jeweils 100 %.

Im Kindesalter und in der Pubertät ergibt sich danach eine Zunahme der Thymusarterienfläche bezogen auf die Flächeneinheit. Die weitere Zunahme der arteriellen Anschnitte im Thymus der Erwachsenen kann relativ genannt werden und auf einer Verminderung des Organparenchyms beruhen. Die später folgende Abnahme der Flächenprozente der Arterien in der letzten Altersgruppe geht einher mit einem fortschreitenden Schwund des lymphatischen Gewebes und ist das mögliche Ergebnis einer Anpassung der Arterien an die verminderten Ansprüche des Gewebes an das Kreislaufsystem.

D. Altersveränderungen der Arterien des Thymus

Auch nach PETERSEN (1935) und MONROY (1941) sind im Thymus die großen Arterien nur in den Bindegewebssepten zu finden. Beim Eintritt in das Markgewebe spalten sie sich in kleine Arterien, meist aber Arteriolen, auf. Diese gehen an der Mark-Rindengrenze in Kapillaren über, die die Rinde reichlich durchziehen. Das Mark selbst ist relativ arm an Kapillaren. An Thymuspräparaten des frühen Kindesalters wird zugleich mit der Verbreiterung und Sklerosierung des septalen Bindegewebes ebenfalls eine Verbreiterung und Kollagenisierung des adventitiellen Bindegewebes der großen Thymusarterien in den Septen deutlich, die nach ZOLLINGER (1967) und MCGILL (1974) Perisklerose genannt wird. Die Perisklerose wird als Alterserscheinung der Gefäße interpretiert und auch an den Arterien der Nabelschnur (WATZKA 1936), des Uterus, des Ovars, der Schilddrüse (RATZENHOFER 1952, BARGMANN 1956), der Niere (ZOLLINGER 1971), der Iris (LEUTERT 1974) und des Knochenmarks (v. LÜDINGHAUSEN 1974) beobachtet. Über eine Kollagenisierung des adventitiellen Bindegewebes an den Thymusarterien ist in der Literatur kein Hinweis zu finden. Im Gegenteil, THEDE (1936/37) berichtet von einem Schwund der Lamina elastica externa und Tunica adventitia im Laufe der Involution und erklärt dies mit einer Abnahme der Stützfunktion der Arterien. In den Thymusarterien Jugend-

licher und jüngerer Erwachsener sind örtlich fibröse, polsterartige Intimaverdickungen vorhanden. Diese sind zunächst nur geringgradig entwickelt und nur an den Aufzweigungen der Arterien zu finden. Möglicherweise besteht hier eine besondere mechanische Beanspruchung. Schon bei Säuglingen werden sie von BUCHNER (1944/45) an den Gabelungen der Herzarterien gesehen und für Einrichtungen gehalten, die den hohen arteriellen Druck der Hauptstämme der Kranzarterien herabsetzen (LINZBACH 1959, VELICAN 1974). Das Auftreten von derartigen bindegewebigen Polstern an den Arteriengabelungen kann als der Beginn einer allgemeinen Fibrosierung der T. intima angesehen werden. An Hand von Serienschnitten wird deutlich, daß im Erwachsenenalter die Polster vorzugsweise in gerade verlaufenden Gefäßen auftreten. Dabei können sie auch einen großen Teil des Umfanges und auch gelegentlich die gesamte Zirkumferenz umfassen und eine deutliche Lumen-einengung hervorrufen. Im höheren Alter schließlich ist diese Fibrose der Intima bei gleichzeitiger Verminderung oder auch völliger Atrophie der T. media noch stärker ausgeprägt. An diesen Stellen besteht dann die Gefäßwand nur mehr aus verdickter T. intima, aus elastischen Faserschichten und aus dem Bindegewebe der T. adventitia. Daneben verlaufen im gleichen Präparat völlig "normal" gebaute Arterien. Wir glauben deshalb, daß die beschriebenen Veränderungen mit Befunden - wie sie bei allgemeiner Arterio-

sklerose auftreten können - mit großer Wahrscheinlichkeit nichts zu tun haben.

Nach ZOLLINGER (1967) tritt eine örtliche Intimafibrose physiologisch auf: nach der Geburt im Ductus arteriosus (BOTALLI), bei jüngeren Erwachsenen in den Arterien von Mamma und Uterus. Krankhafterweise tritt sie auf als Folge verminderter Durchblutung der Arterien: distal von Gefäßstenosen, proximal schwerer Verödungen des peripheren Gefäßbettes, z. B. bei Schrumpfnieren in der A. renalis. Sie kann deshalb als adaptiv bezeichnet werden. Auch die Fibrosierung der Intima von Thymusarterien könnte danach die Folge einer mit zunehmendem Alter herabgesetzten Durchblutung sein.

Längsverlaufende glatte Muskelzellen finden sich in vielen Organarterien entweder subintimal oder in der T. adventitia (ROSS und GLOMSET, 1976). So beobachten wir auch in den Thymusarterien örtlich das Auftreten von subintimalen epitheloiden Muskelzellen. Gleichartige Muskelzellen findet auch MÄRK (1941) bei seinen Untersuchungen über arteriovenöse Anastomosen im Thymus und beschreibt auch OLBRICH (1958) im Zusammenhang mit sog. Stöpselarterien im Thymus.

Die Anzahl und die Größe dieser längsverlaufenden glatten Muskelzellen kann die der zirkulär angeordneten Mediazellen übertreffen.

Die durch Vermehrung der glatten Muskelzellen hervorgerufene Verbreiterung der Gefäßwände ist für den Wandbau sogenannter Drosselarterien charakteristisch (GEBELE 1910).

Derartige muskelstarke Arterien und Arteriolen sollen durch Verkürzung der Längsdurchmesser der Muskelzellen das Lumen verengen und den Blutstrom regulieren können. Dies entspricht auch den Beobachtungen v. LÜDINGHAUSEN (1974) an den enossalen Femurarterien. Deshalb möchten wir die muskelzellreichen und wandstarken Arterien im Thymus als Drosselarterien bezeichnen.

Völlige Obliterationen der Lumina unserer Drosselarterien haben wir nicht beobachtet, obwohl in der Literatur hierzu einige Hinweise zu finden sind. (GEBELE 1910, HAMMAR 1921, KOPAC 1939, BARGMANN 1943.)

V. Zusammenfassung

Nach makroskopisch-präparatorischen ($n = 8$), histologischen ($n = 92$), morphometrischen ($n = 26$) Untersuchungen und Anfertigung von Korrosionspräparaten ($n = 6$) ergibt sich, daß die arterielle Versorgung des Thymus überwiegend durch Äste der Aa. thoracicae internae erfolgt. Daneben sind beteiligt Äste der Aa. pericardiacophrenicae, der Aa. thyroideae, des Arcus aortae und gelegentlich der A. carotis communis. Während der physiologischen Involution des Thymusgewebes ist neben dem Schwund des lymphatischen Gewebes eine Vermehrung des septalen Gewebes zu beobachten. Dies kann in der Pubertät auf einer Durchtränkung der kollagenen Fasern durch homogenes, schwach eosinrotes, mukoides Material beruhen, das von vielen Fettröpfchen durchsetzt ist. Bei älteren Individuen zeigt sich das kollagene, septale Gewebe überwiegend von Fettzellen durchwachsen. An den Arterien finden sich bei Feten und Säuglingen, später bei Kleinkindern und Kindern kräftige, faserreiche Bindegewebsscheiden der T. adventitia (Perisklerose). Bei Jugendlichen und jüngeren Erwachsenen sind die Arterien besonders an den Verzweigungsstellen mit wandverdickenden subintimalen Bindegewebsspolstern versehen (Intimafibrose). Auch finden sich örtlich polsterartige subintimale und auch adventitielle Gruppen von glatten, längsverlaufenden, gelegentlich epitheloiden Muskelzellen. Bei älteren Erwachsenen und Greisen sind Wandverstärkungen der Arterien fibröser und muskulärer Natur nebeneinander zu beobachten. Nicht selten ist das Auftreten von Arterien mit dem typischen Wandbau von Drosselarterien.

L I T E R A T U R

1. Afanassiew, B. Über die concentrischen Körper der Thymus. Arch. mikrosk. Anat. 14, 1-6 (1877).
2. Anikina, T.I., Zhvavy, N.F. Histogenesis of the extraorganic connective tissue of the thymus. Arch. Anat. Histol. Embriol. 67/11, 24-29 (1974).
3. Bargmann, W. Der Thymus. In: Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen. 6. Bd., 4. Teil. Hrsg: W. v. Möllendorff. Springer, Berlin 1943.
4. Bargmann, W. Histologie u. mikroskopische Anatomie des Menschen. 5. Aufl., Thieme, Stuttgart 1956.
5. Bellamy, D. The thymus in relation to problems of cellular growth and ageing. Internat. J. Geront. Res. 19 (3), 129-188 (1973).
6. Benninghoff, A. Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 2. Bd., 1. Teil, 2. Aufl., Lehmann, München-Berlin 1944.
7. Bohm, E. Beitrag zur Kenntnis der arteriellen Gefäßversorgung der menschlichen Thymusdrüse. Anat. Anz. 95, 424-436 (1944/45).
8. Boyd, E. Weight of the thymus and its component parts and number of Hassall Corpuscles in health and in disease. Amer. J. Dis. child. 51, 313-335 (1936).
9. Buchner, O. Über den Bau der Blutgefäße des menschlichen Herzens. Anat. Anz. 95, 395-424 (1944/45).

10. Cottier, H. Regeneration, Hyperplasie und Onkogenese der lymphoretikulären Organe. 6. Bd., 2. Teil. In: Handbuch der allgemeinen Pathologie. Hrsg: H.W. Altmann et al., Springer, Berlin-Heidelberg-New York 1969.
11. Crowley, L.V. Clinical embryology. Year Book Medical Publishen. Chicago 1974.
12. Dameshek, W. The thymus and lymphoid proliferation. Blood 20, 629-631 (1962).
13. Ertl, N. Abbau des Kernmaterials der Lymphozyten während der experimentellen Thymusforschung. Bd. 26. Banaschewski, München-Gräfelfing 1972.
14. Gebele, H. Über die Thymuspersistenz bei Morbus Basedowii. Beitr. klin. Chir., 70, 1. Heft, 37-43 (1910).
15. Gruber, Gg. B. Über Variationen der Thymus-Form und -Lage. Z. angew. Anat. 59, 321-332 (1920).
16. Hammar, J.A. Zur Histogenese und Involution der Thymus-Drüse. Anat. Anz. 27, 41-89 (1905).
17. Hammar, J.A. Über Gewicht, Involution und Persistenz des Thymus im Postfötal-leben des Menschen. Arch. Anat. Entw.gesch. Suppl. (1906).
18. Hammar, J.A. The new views as to the morphology of the thymus gland and their bearing on the problem of the function of the thymus. Endocrinology 5, 543-572 (1921).
19. Hammar, J.A. On the asserted non-existence of the age involution of the thymus gland. Endocrinology 11, 18-24 (1927).
20. Hammar, J.A. Die normal-morphologische Thymus-forschung. Barth, Leipzig 1936.

21. Hackensellner, H.A. Über einige typische Varietäten Anomalien u. Mißbildungen des Herzens und der herznahen Gefäße unter 1234 Obduktionen. Acta morph. Hung. 6, 403-419 (1956).
22. Hamperl, H. Leicheneröffnung (Befunde und Diagnosen). 4. Aufl., Springer, Berlin-Heidelberg-New York 1967.
23. Haselmann, H. Bemerkungen zu der Arbeit: "Die Stellung des Thymus im Organismus" nach Petri. Med. Diss. Heidelberg 1946.
24. Henry, L. Involution of the human thymus. J. Path. Bact. 93, 662-663 (1967).
25. Jaroslawjew (1927) zit. n. Bohm, E., Holmgren, H.J. (1944/45).
26. Kohler, P. Das Verhalten der Venen im menschlichen Thymus während der Involution. Med. Diss. München 1978.
27. Kopać (1939) zit. n. Bargmann, W. (1943).
28. Kostowiecki, M. Development of the so-called double-walled blood vessels of the thymus. Z.mikr.-anat. Forsch. 77, 407-431 (1967).
29. Latarjet, Murard (1911) zit. n. Hammar, J.A. (1936).
30. Leutert, A. 69. Versammlung Anat. Ges. Kiel 1974.
31. Lindner, J. Altern des Bindegewebes. In: Handbuch der allgemeinen Pathologie, 6. Bd., 4. Teil. Hrsg: H.W.Altmann et al., Springer, Berlin-Heidelberg-New York 1972.
32. Linzbach, A.J. Die allgemeine Pathogenese der Gefäßkrankheiten. In: M. Ratschow: Angiologie. Thieme, Stuttgart 1959.
33. v. Lüdinghausen, M. Die enossalen Arterien des menschlichen Femur. Habilitationsschrift München 1974.

34. Märk, W. Über arterio-venöse Anastomosen, Gefäßsperrren und Gefäße mit epitheloiden Zellen beim Menschen. Z. mikr.-anat. Forsch. 50, 392-445 (1941).
35. Maximow, A. Bindegewebe und blutbildende Gewebe. In: Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen. 2. Bd., 1. Teil. Hrsg: W. v. Möllendorff. Springer, Berlin 1927.
36. McGill zit. n. v. Lüdinghausen, M. (1974).
37. Metcalf, D. The Thymus. Recent results in cancer research. Springer, Berlin-Heidelberg-New York 1966.
38. Miller, J.F.A.P., Dukor, P. Die Biologie des Thymus. Karger, Basel-New York 1964.
39. Monroy, A. Ricerche sulla fine vascolarizzazione del timo dell'uomo e di alcuni mammiferi. Arch. ital. anat. embrio. 45, 1-45 (1941).
40. Olbrich, E. Multiples Auftreten von "Stöpselarterien" in einem menschlichen Thymus. Forschung und Forscher der Tiroler Ärzteschule 4, 245-253 (1958).
41. Olivier, E. (1911) zit. n. Hammar, J.A. (1936).
42. Olivier, E. (1923) zit. n. Bohm, E. und H.J. Holmgren (1944/45).
43. Pernkopf, E. Topographische Anatomie. 1. Bd., 1. Hälfte, 2. Aufl., Urban & Schwarzenberg, Berlin-München 1943.
44. Petersen, H. Thymus. Histologie und mikroskopische Anatomie. Bergmann, München 1935.
45. Ratzenhofer, M. Zur Bildung von Längsmuskulatur in Blutgefäßen. Verh.Dtsch.Ges.Path. 36, 267-277 (1952).

46. Rieffel, H. (1909) zit. n. Bohm, E. und
Le Mee H.J. Holmgren.
47. Rohen, J.W. Funktionelle Anatomie des Menschen.
Kurzgefaßtes Lehrbuch der makro-
skopischen Anatomie nach funktio-
nellen Gesichtspunkten.
Schattauer, Stuttgart 1973.
48. Ross, R., The Pathogenesis of atherosclerosis.
Glomset, J.A. N.Engl.J.Med. 295, 369-375, 420-425
(1976)
49. Russkoff, P.R. Das Thymus-Gewicht bei Neugeborenen.
Virchow's Arch. path. Anat. 293,
113-128 (1934).
50. Schmitt, W.G., Die Bindegewebs-Proliferation in
Bencke und Abhängigkeit vom Lebensalter.
Endres, R. Beitr. Pathol. 144, 272-280 (1971).
51. Schridde, H. (1911:2) zit. n. Hammar, J.A. (1936)
52. Sinclair, D. Human growth after birth. 2nd ed.
Oxford University Press, London
1973.
53. Smith, C., Studies on the thymus of the mammal.
Samson, E.H. V. On the origin of adipose cells
Padykula, H.A. replacing the thymus. J. Morph.
Laskey, M.G. 90, 103-117 (1952).
Loewenthal, L.A.
54. Sobotta, J. (1914) zit. n. Hammar, J.A. (1936).
55. Stöhr, Ph. Lehrbuch der Histologie. 27. Aufl.,
Fischer, Jena 1955.
56. Stoelzner, W. Pathologie der Thymusdrüse. In:
Handbuch der Kinderheilkunde.
1. Bd., 2. Aufl., Springer,
Berlin 1931.
57. Tammemori, Y. (1914) zit. n. Hammar, J.A. (1936).
58. Thede, K. Über Wandbauveränderungen an den
Thymus-Arterien. Anat. Anz. 83,
216-223 (1936/37).

59. Uskow (1927) zit. n. Bohm, E., Holmgren, H.J. (1944/45).
60. Velican, C. Macromolecular changes in arteriosclerosis. In: Handbuch der Histochemie, 8. Bd., 2. Suppl., Fischer, Stuttgart 1974.
61. Versari (1897) zit. n. Hammar, J.A. (1936).
62. Waldeyer, A. Anatomie des Menschen. 2. Teil, 9. Aufl., Gruyter, Berlin-New York 1973.
63. Watzka, M. Über Gefäßsperrern und arteriovenöse Anastomosen. Z. mikr.-anat. Forsch. 39, 521-544 (1936).
64. Weise, W. Morphologie und Klinik des Thymus. Dtsch.Z.Chir. 253, 145-236 (1939-40).
65. Zollinger, H.U. Adaptive Intimafibrose der Arterien. Virchow's Arch.path.Anat. 342, 154-164 (1967).
66. Zollinger, H.U. Pathologische Anatomie. 2. Bd., 3. Aufl., Thieme, Stuttgart 1971.

Lebenslauf

Am 25.10.1952 wurde ich, Dagmar Nüßlein, als 1. Kind des Tierarztes Dr. Adolf Nüßlein und seiner Ehefrau Maria-Anna, geb. Pflügel, in Weißenburg geboren. 1955 zogen wir nach Pleinfeld, und ich besuchte dort vom September 1959 bis Juli 1965 die ersten 6 Klassen der Volksschule. Vom September 1965 bis Juni 1972 war ich Schüler des musischen Wolfram-von Eschenbach-Gymnasiums in Schwabach. Am 23. Juni 1972 bekam ich das Zeugnis der Hochschulreife. Im WS 1972 begann ich das Zahnmedizinstudium an der Ludwig Maximilians-Universität zu München und bestand am 8.10. 1973 die naturwissenschaftliche zahnärztliche Vorprüfung, am 22.4.1975 die zahnärztliche Vorprüfung und am 2.3.1978 das zahnmedizinische Staatsexamen.

